

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-230497
 (43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/323

(21)Application number : 2000-367964

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.2000

(72)Inventor : ISHIDA MASAHIRO

(30)Priority

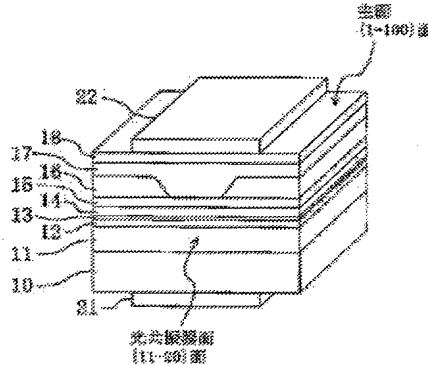
Priority number : 11345806 Priority date : 06.12.1999 Priority country : JP

(54) NITRIDE SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor device whose yield can be enhanced by reducing composition separation in a function area of an active layer or the like.

SOLUTION: On a n-type nitride gallium substrate 10 whose major face is perpendicular to the {11-20} face and tilted the {0001} face by prescribed angle, a 1st clad layer 11 made of an n-type AlGaN layer, a 1st optical guide layer 12 made of an n-type GaN layer, an active layer 13 having a quantum well structure made of an undoped InGaN layer, a 2nd optical guide layer 14 made of a p-type GaN layer, a 2nd clad layer 15 made of a p-type AlGaN layer and a current block layer 16 made of an n-type AlGaN layer are sequentially grown. After forming a striped shape current constricting region to the current block layer 16, a 3rd clad layer 17 made of a p-type AlGaN layer and a contact layer 18 made of a p-type GaN layer are sequentially grown on the current block layer 16.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-230497

(P2001-230497A)

(43)公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/323

識別記号

F I

テ-マコ-ト⁸ (参考)

H 0 1 S 5/323

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-367964(P2000-367964)
(22)出願日 平成12年12月4日 (2000.12.4)
(31)優先権主張番号 特願平11-345806
(32)優先日 平成11年12月6日 (1999.12.6)
(33)優先権主張国 日本 (JP)

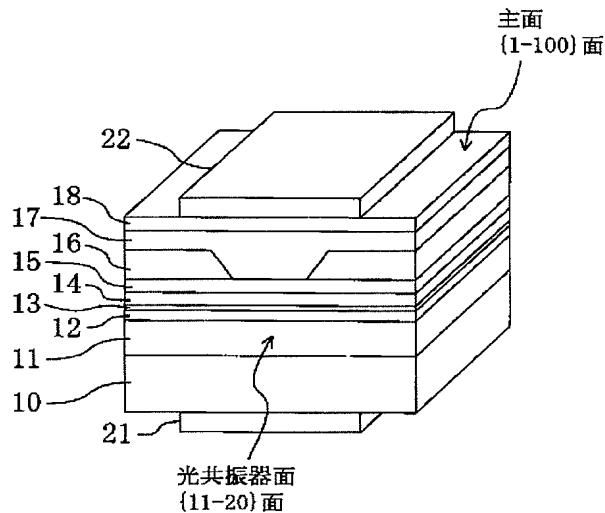
(71)出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 石田 昌宏
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内
(74)代理人 100077931
弁理士 前田 弘 (外7名)
Fターム(参考) 5P073 AA12 AA74 BA04 CA07 CB02
DA05 DA25 DA32 DA34

(54)【発明の名称】窒化物半導体装置

(57)【要約】

【課題】活性層などの機能領域における組成分離を低減することにより、窒化物半導体装置の歩留まりを向上させる。

【解決手段】主面を {11-20} 面に垂直で且つ {0001} 面から所定の角度だけ傾斜した面とする n 型の窒化ガリウム基板 10 の上に、n 型 AlGaN 層よりなる第 1 のクラッド層 11、n 型 GaN 層よりなる第 1 の光ガイド層 12、アンドープ InGaN 層よりなり量子井戸構造を有する活性層 13、p 型 GaN 層よりなる第 2 の光ガイド層 14、p 型 AlGaN 層よりなる第 2 のクラッド層 15 及び n 型 AlGaN 層よりなる電流ブロック層 16 を順次成長させる。電流ブロック層 16 にストライプ状の電流狭窄領域を形成した後、電流ブロック層 16 の上に、p 型 AlGaN 層よりなる第 3 のクラッド層 17 及び p 型 GaN 層よりなるコンタクト層 18 を順次成長させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、

前記基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、

前記基板の主面は $\{0001\}$ 面から 13° 以上且つ 90° 以下傾斜した面であることを特徴とする窒化物半導体装置。

【請求項2】 前記基板の主面は $\{11-20\}$ 面に垂直であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置。

【請求項3】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{11-20\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置。

【請求項4】 前記基板の主面は $\{1-100\}$ 面であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置。

【請求項5】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{0001\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項4に記載の窒化物半導体装置。

【請求項6】 前記基板の主面は $\{0001\}$ 面から $[1-100]$ 方向と等価な方向に向かって 28.1° 傾斜した面であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置。

【請求項7】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{1-101\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項5に記載の窒化物半導体装置。

【請求項8】 窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、

前記基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、

前記基板の主面は $\{1-101\}$ 面に垂直な面であることを特徴とする窒化物半導体装置。

【請求項9】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{1-101\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項8に記載の窒化物半導体装置。

【請求項10】 前記基板の主面は $\{11-20\}$ 面であることを特徴とする請求項8に記載の窒化物半導体装置。

【請求項11】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{1-101\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項10に記載の窒化物半導体装置。

【請求項12】 前記基板の主面は $\{0001\}$ 面から

$[1-100]$ 方向に向かって 28.1° 傾斜した面であることを特徴とする請求項8に記載の窒化物半導体装置。

置。

【請求項13】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{11-20\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項12に記載の窒化物半導体装置。

【請求項14】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{10-10\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項12に記載の窒化物半導体装置。

10 【請求項15】 窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、

前記基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、

前記基板の主面は $\{0001\}$ 面から 13° 以上且つ 90° 以下傾斜した面であることを特徴とする窒化物半導体装置。

【請求項16】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{1-100\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項15に記載の窒化物半導体装置。

【請求項17】 前記基板の主面は $\{11-20\}$ 面であることを特徴とする請求項15に記載の窒化物半導体装置。

【請求項18】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{0001\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項17に記載の窒化物半導体装置。

【請求項19】 前記基板の主面は $\{0001\}$ 面から $[1-100]$ 方向に向かって 28.1° 傾斜した面であることを特徴とする請求項15に記載の窒化物半導体装置。

【請求項20】 前記機能領域は光を放出する活性層であり、

前記基板の $\{10-11\}$ 面は光共振器面であることを特徴とする請求項19に記載の窒化物半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高密度光記録に用いる青色レーザなどの窒化物半導体装置に関するものである。

40 【0002】 図14は、特開平8-153931に開示されている窒化物半導体レーザ装置を示しており、該半導体レーザ装置においては、 $\{0001\}$ 面を主面とするサファイア基板1の上に、 $\{0001\}$ 面を主面とする窒化物系半導体層よりなる、第1のクラッド層2、活性層4及び第2のクラッド層6が順次成長してなる積層体を形成した後、該積層体をサファイア基板1の $\{1-100\}$ 面と等価な面で切断することにより光共振器面を得ている。尚、本件明細書においては、-1は1の反転を意味し、-2は2の反転を意味する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の窒化物半導体レーザ装置は、六方晶系結晶よりなるサファイア基板1の{0001}面を正面としているため、基板表面の原子ステップが少ないので、活性層4において組成分離が生じやすいという問題がある。活性層4において組成分離が生じると、レーザの閾値電流が増大して消費電力が増大するので、活性層4における組成分離はできるだけ低減する必要がある。

【0004】このような問題は、活性層を有する窒化物半導体レーザに限らず、トランジスタ等のように他の機能領域を有する窒化物半導体装置においても生じる。

【0005】前記に鑑み、本発明は、活性層などの機能領域における組成分離を低減することにより、窒化物半導体装置の歩留まりを向上させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明に係る第1の窒化物半導体装置は、窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、基板の正面は{0001}面から13°以上且つ90°以下傾斜した面である。

【0007】第1の窒化物半導体装置によると、基板の正面は{0001}面から13°以上の傾斜した面であるため、機能領域において組成分離が生じないので、窒化物半導体装置の歩留まりが向上する。

【0008】第1の窒化物半導体装置において、基板の正面は{11-20}面に垂直であることが好ましい。

【0009】このようにすると、スクライブカッターの刃を正面に対して垂直にして、{11-20}面に沿う方向に力を加えることにより、基板の全体に亘って{11-20}面に沿って1次劈開を行なうことができる。

【0010】第1の窒化物半導体装置において、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{11-20}面は光共振器面であることが好ましい。

【0011】このようにすると、基板の正面に垂直である{11-20}面を光共振器面とする半導体レーザ装置を実現できる。

【0012】第1の窒化物半導体装置において、基板の正面は{1-100}面であることが好ましい。

【0013】このようにすると、基板の正面と垂直である{0001}面に沿って2次劈開を行なうことができるので2次劈開が容易になると共に、直方体状のデバイスを形成することができる。

【0014】基板の正面が{1-100}面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{0001}面は光共振器面であることが好ましい。

【0015】このようにすると、2次劈開面を光共振器面とする直方体状の半導体レーザ装置を実現することができる。

【0016】第1の窒化物半導体装置において、基板の正面は{0001}面から[1-100]方向と等価な方向に向かって28.1°傾斜した面であることが好ましい。

【0017】このようにすると、基板の正面と垂直である{1-101}面に沿って2次劈開を行なうことができるので2次劈開が容易になると共に、直方体状のデバイスを形成することができる。

【0018】基板の正面が{0001}面から[1-100]方向と等価な方向に向かって28.1°傾斜した面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{1-101}面は光共振器面であることが好ましい。

【0019】このようにすると、2次劈開面を光共振器面とする直方体状の半導体レーザ装置を実現することができる。

【0020】本発明に係る第2の窒化物半導体装置は、窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、基板の正面は{1-101}面に垂直な面である。

【0021】第2の窒化物半導体装置によると、基板の正面は{0001}面から13°以上の傾斜角を有することになるので、機能領域において組成分離が生じないので、窒化物半導体装置の歩留まりが向上する。

【0022】第2の窒化物半導体装置において、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{1-101}面は光共振器面であることが好ましい。

【0023】このようにすると、1次劈開面を光共振器面とする半導体レーザ装置を実現することができる。

【0024】第2の窒化物半導体装置において、基板の正面は{11-20}面であることが好ましい。

【0025】このようにすると、基板の正面と垂直である{0001}面に沿って2次劈開を行なうことができるので2次劈開が容易になる。

【0026】基板の正面が{11-20}面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{1-101}面は光共振器面であることが好ましい。

【0027】このようにすると、1次劈開面を光共振器面とする直方体状の半導体レーザ装置を実現することができる。

【0028】第2の窒化物半導体装置において、基板の正面は{0001}面から[1-100]方向に向かって28.1°傾斜した面であることが好ましい。

【0029】このようにすると、基板の正面と垂直である{11-20}面に沿って2次劈開を行なうことができるので2次劈開が容易になると共に、直方体状のデバイスを形成することができる。

【0030】基板の正面が{0001}面から[1-100]方向に向かって28.1°傾斜した面である場

合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{1-20}面は光共振器面であることが好ましい。

【0031】このようにすると、2次劈開面を光共振器面とする直方体状の半導体レーザ装置を実現することができる。

【0032】基板の主面が{0001}面から[1-100]方向に向かって28.1°傾斜した面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{10-10}面は光共振器面であることが好ましい。

【0033】このようにすると、2次劈開面を光共振器面とする半導体レーザ装置を実現することができる。

【0034】本発明に係る第3の窒化物半導体装置は、窒素を含むIII-V族化合物半導体からなる基板と、基板の主面上に形成された窒素を含むIII-V族化合物半導体層からなる機能領域とを備え、基板の主面は{0001}面から13°以上且つ90°以下傾斜した面である。

【0035】第3の窒化物半導体装置によると、基板の主面は{0001}面から13°以上の傾斜した面であるため、機能領域において組成分離が生じないので、窒化物半導体装置の歩留まりが向上する。

【0036】第3の窒化物半導体装置において、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{1-100}面は光共振器面であることが好ましい。

【0037】このようにすると、1次劈開面を光共振器面とする半導体レーザ装置を実現することができる。

【0038】第3の窒化物半導体装置において、基板の主面は{11-20}面であることが好ましい。

【0039】このようにすると、スクライブカッターの刃を主面に対して垂直にして、{11-20}面に沿う方向に力を加えることにより、基板の全体に亘って{11-20}面に沿って1次劈開を行なうことができる。

【0040】基板の主面が{11-20}面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{0001}面は光共振器面であることが好ましい。

【0041】このようにすると、2次劈開面を光共振器面とする直方体状の半導体レーザ装置を実現することができる。

【0042】第3の窒化物半導体装置において、基板の主面は{0001}面から[1-100]方向に向かって28.1°傾斜した面であることが好ましい。

【0043】このようにすると、基板の主面と垂直である{1-100}面に沿って2次劈開を行なうことができるので2次劈開が容易になる。

【0044】基板の主面は{0001}面から[1-100]方向に向かって28.1°傾斜した面である場合、機能領域は光を放出する活性層であり、基板の{10-11}面は光共振器面であることが好ましい。

【0045】このようにすると、1次劈開面を光共振器面とする半導体レーザ装置を実現することができる。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態に係る窒化物半導体装置について、図面を用いて説明する。

尚、以下の説明においては、例えば{11-20}とは{11-20}面及び{11-20}面と等価ないずれかの面の総称を意味し、[11-20]方向とは<11-20>方向及び<11-20>方向と等価ないずれかの方向の総称を意味する。

【0047】(第1の実施形態)以下、第1の実施形態に係る窒化物半導体レーザ装置及びその製造方法について、図1、図2及び図3を参照しながら説明する。

【0048】図1に示すように、有機金属気相成長装置(以下、MOCVD装置と称する)のチャンバー内で基板温度を1000°Cに設定して、主面を{11-20}面に垂直で且つ{0001}面から所定の角度だけ傾斜した(オフした)面とするn型の窒化ガリウム基板10の上に、n型AlGaN層よりなる第1のクラッド層11及びn型GaN層よりなる第1の光ガイド層12をそれぞれ成長させる。

【0049】次に、基板温度を800°Cに下げた状態で、第1の光ガイド層12の上に、アンドープInGaN層よりなり量子井戸構造を有する活性層13を成長させる。

【0050】次に、基板温度を再び1000°Cに設定して、活性層13の上に、p型GaN層よりなる第2の光ガイド層14、p型AlGaN層よりなる第2のクラッド層15及びn型AlGaN層よりなる電流プロック層16を順次成長する。

【0051】次に、試料をMOCVD装置からリアクティブイオンエッティング装置(以下、RIE装置と称する)に移送して、電流プロック層16に対してエッティングを行なって、[11-20]方向に延びる幅2μmのストライプ状の電流狭窄領域(以下、ストライプ領域と称する)を形成する。

【0052】次に、試料を再びMOCVD装置に搬入して、基板温度を1000°Cに設定して、ストライプ領域が形成されている電流プロック層16の上に、p型AlGaN層よりなる第3のクラッド層17及びp型GaN層よりなるコンタクト層18を順次成長する。これによって、半導体層の成長工程は完了する。この成長工程における各半導体層の主面の方位は、窒化ガリウム基板10の主面の方位と同じである。

【0053】次に、窒化ガリウム基板10の下面にn型のTi/Au膜よりなる負電極21を形成すると共に、コンタクト層18の上面にp型のNi/Au膜よりなる正電極21を形成すると、ウェハープロセスは完了する。

【0054】次に、ウェハープロセスの窒化ガリウム基板10に対して{11-20}面を1次劈開面とする1次劈開を行なって、基板の主面に垂直である{11-20}面

よりなる光共振器面を得る。

【0055】この場合、基板の正面を $\{11-20\}$ 面と垂直な面に設定しているため、スクライブカッターの刃を正面に対して垂直に位置させた状態で、 $\{11-20\}$ 面に沿う方向に力を加えることにより、ウエハーの全面に亘って $\{11-20\}$ 面に沿って1次劈開でき、これによって、レーザ装置が並んだバー状の積層体を得ることができる。

【0056】次に、1次劈開が行なわれたバー状の積層体に対して2次劈開を行なうと、第1の実施形態に係る半導体レーザ装置が得られる。

【0057】図2及び図3は、第1の実施形態に係る半導体レーザ装置における、 $\{0001\}$ 面からの傾斜角（以下、単に傾斜角と称する） θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示している。

【0058】図2から分かるように、傾斜角 θ が 90° 以下で且つ 45° 以上のときには、2次劈開面は $\{0001\}$ 面となる。また、図2に示す場合においては、ストライプ領域の方向は $[11-20]$ 方向である。

【0059】特に、傾斜角 θ が 90° のとき、すなわち正面が $\{1-100\}$ 面のときには、2次劈開面も正面と垂直な $\{0001\}$ 面になるので、2次劈開も非常に容易になると共に直方体状のデバイスを得ることができる。

【0060】傾斜角 θ が 13° 以上で且つ 45° 未満のときには、2次劈開面は $\{1-101\}$ 面である。

【0061】特に、傾斜角 θ が 28.1° のときは、2次劈開面も正面と垂直な $\{1-101\}$ 面となるので、2次劈開が非常に容易になると共に直方体状のデバイスを得ることができる。

【0062】尚、第1の実施形態においては、傾斜角 θ が 90° 又は 28.1° のときには、2次劈開面が正面と垂直になるため、ストライプ領域の方向を $[11-20]$ 方向と異ならせることができる。以下、これらの場合について、図3を参照しながら説明する。

【0063】傾斜角 θ が 90° のときには、図3の上段に示すように、ストライプ領域の方向を $[0001]$ 方向に設定して、1次劈開面を $\{0001\}$ 面とすると共に2次劈開面を $\{11-20\}$ 面とすることができます。

【0064】傾斜角 θ が 28.1° のときには、図3の下段に示すように、ストライプ領域の方向を $[1-101]$ 方向に設定して、1次劈開面を $\{1-101\}$ 面とすると共に2次劈開面を $\{11-20\}$ 面とすることができます。

【0065】図2に示すように、傾斜角 θ が 13° 未満で且つ 0° 以上のときは、2次劈開面は $\{1-100\}$ 面である。

【0066】ところで、傾斜角が 90° 、 28.1° 及び 0° 以外のときには、2次劈開面は正面に垂直にならないため、2次劈開は若干困難になるが、レーザ装置が

バー状に並んだ積層体を短辺方向に2次劈開することになり、2次劈開の長さが極めて短いので、斜め方向の2次劈開は可能である。

【0067】以下、第1の実施形態において、傾斜角 θ は 13° 以上であることが好ましい理由について説明する。

【0068】図12(a)、(b)は、半導体レーザ装置に閾値電流以下の電流を注入したときの発光スペクトル、つまり自然発光スペクトルを表わしており、図12(a)は、第1の実施形態において、傾斜角 θ を 90° に設定した場合、つまり $\{1-100\}$ 面に半導体層を成長させて得た半導体レーザ装置の場合を示し、図12(b)は、従来例の半導体レーザ装置に相当し、傾斜角 θ を 0° で設定した場合、つまり $\{0001\}$ 面の上に半導体層を成長させて得た半導体レーザ装置の場合を示している。尚、実際には、発光スペクトルには共振器モードに対応して数nm周期の発光の強弱が現れるが、本測定では、感度を高めるため分光器の分解能を下げており、発光スペクトルの包絡線が観測されている。

【0069】図12(b)に示されるように、傾斜角 θ が 0° のときには、強度ピークが2つ観測されるのに対して、図12(a)に示されるように、傾斜角 θ が 90° のときには、強度ピークは1つしか観測されない。

【0070】傾斜角 θ が 0° のときには、 $\{0001\}$ 面上で組成分離が起こるため、つまり2つの組成が存在するため、2つの強度ピークが観測されるのである。また、発振波長と異なるバンドギャップを有する領域はレーザ発振に寄与しない。このため、発振に寄与する活性層の実質的な体積は低減する。

【0071】また、傾斜角 θ が 0° のみならず、傾斜角 θ が 13° 未満のときにも、組成分離が観測された。

【0072】これに対して、傾斜角 θ が 13° 以上のときには、組成分離は殆ど観測されなかった。

【0073】尚、結晶の対称性により、傾斜角 θ が 90° を超えるときは、傾斜角 θ が 90° 未満の場合と同じ結果が得られる。

【0074】図13は、傾斜角 θ と、電流光密度特性のうちのレーザ発振閾値との関係について示しており、図13から分かるように、傾斜角 θ が 13° 未満になると、閾値電流は急激に大きくなる。

【0075】従って、傾斜角 θ が 13° 未満であると、組成分離が起り、これによって、閾値電流が増大することを確認できる。

【0076】第1の実施形態に係る半導体レーザ装置によると、正面は、いずれも $\{0001\}$ 面から 13° 以上の傾斜角を有しているので、活性層においては組成分離は生じない。

【0077】(第2の実施形態)以下、第2の実施形態に係る窒化物半導体レーザ装置及びその製造方法につい

て、図4、図5、図6及び図7を参照しながら説明する。

【0078】第2の実施形態に係る窒化物半導体レーザ装置は、主面が{1-101}面に垂直な面に設定された半導体レーザ装置である。{1-101}面に垂直な面の一例として、{0001}面から[1-100]方向に28.1°傾斜した面が挙げられる。

【0079】以下、このような主面を有する窒化物半導体レーザ装置の製造方法について説明する。

【0080】MOCVD法により、主面を{1-101}面に垂直な面とするn型の窒化ガリウム基板10の上に、n型AlGaN層よりなる第1のクラッド層11、n型GaN層よりなる第1の光ガイド層12、アンドープInGaN層よりなり量子井戸構造を有する活性層13、p型GaN層よりなる第2の光ガイド層14、p型AlGaN層よりなる第2のクラッド層15及びn型AlGaN層よりなる電流プロック層16を順次成長する。

【0081】次に、電流プロック層16に対してエッチングを行なって、電流プロック層16に、[1-101]方向に延びるストライプ状の電流狭窄領域（以下、ストライプ領域と称する）を形成する。

【0082】次に、MOCVD法により、ストライプ領域が形成されている電流プロック層16の上に、p型AlGaN層よりなる第3のクラッド層17及びp型GaN層よりなるコンタクト層18を順次成長する。

【0083】次に、窒化ガリウム基板10の下面に負電極21を形成すると共に、コンタクト層18の上面に正電極21を形成すると、ウェハープロセスは完了する。

【0084】次に、ウェハーに対して{1-101}面を1次劈開面とする1次劈開を行なって、レーザ装置の光共振器面を得る。

【0085】この場合、基板の主面を{1-101}面と垂直な面に設定しているため、スクライプカッターの刃を主面に対して垂直に位置させた状態で、{1-101}面に沿う方向に力を加えることにより、ウェハーの全面に亘って{1-101}面で1次劈開でき、これによつて、レーザ装置が並んだバー状の積層体を得ることができる。

【0086】次に、1次劈開が行なわれたバー状の積層体に対して2次劈開を行なうと、第2の実施形態に係る半導体レーザ装置が得られる。

【0087】図5～図7は、第2の実施形態に係る半導体レーザ装置における、{0001}面からの傾斜角θと1次劈開面と2次劈開面との関係を示している。

【0088】第2の実施形態においては、主面を{1-101}面に垂直な面に設定している。また、窒化ガリウムの場合、{1-101}面は{0001}面に対して61.9°傾斜しているため、{0001}面からの傾斜角θが28.1°未満である主面はあり得ない。

【0089】図5から分かるように、傾斜角θが45°以上のときには、{0001}面を2次劈開面とする2次劈開が可能である。

【0090】特に、傾斜角θが90°のときには、主面が{11-20}面となり、2次劈開面が主面に垂直な{0001}面となるため、2次劈開が容易になって好ましい。この場合、{0001}面は{1-101}面に対して61.9°傾斜しているため、主面の平面形状は平行四辺形となるが、光共振器面をストライプ領域に

10 対して垂直に設定すると、レーザ発振が可能であるから、レーザ動作に支障は生じない。

【0091】傾斜角θが45°以上で且つ90°未満のときには、光共振器面の形状も平行四辺形となるが、一对の1次劈開面が互いに平行であるため、レーザ装置の製造は可能である。

【0092】傾斜角θが45°未満で且つ28.1°以上のときには、{11-20}面を2次劈開面とする2次劈開が可能である。

【0093】特に、{0001}面から[1-100]方向に等価な方向に向かって28.1°傾斜した面を基板の主面とすると、2次劈開面は、主面及び光共振器面の両方に対して垂直である{11-20}面となり、レーザ装置は直方体状になるので好ましい。

【0094】尚、傾斜角θが45°近傍では、2次劈開面を{0001}面とすることも{11-20}面とすることも可能である。具体的には、スクライプカッターの刃に対して力を加える方向を制御することにより、2次劈開面を制御することができる。

【0095】図6は、傾斜角θが45°未満で且つ28.1°以上であるときに、図5に示す2次劈開面と異なる2次劈開面で2次劈開を行なった場合を示している。図6から分かるように、傾斜角θが45°未満で且つ28.1°以上であるときには、2次劈開面を{10-10}面とすることが可能である。

【0096】窒化ガリウムの場合、特定の面である{1-101}面と、{10-10}面とのなす角は63.8°であると共に、特定の面である{1-101}面と、{-1010}面、{01-10}面及び{0-110}面とのなす角も63.8°である。ところが、C面40 内で{-1101}面と同じ方向にある面同士のなす角、例えば{1-101}面と{1-100}面とのなす角及び{1-101}面と{-1100}面とのなす角はいずれも28.1°である。以下の説明においては、1番目から3番目の指数の順序を変えることによって、例えば{1-100}面に対して{10-10}面と指数を変えて表記することによって、C面内における他の方向の等価な面を指すこととする。窒化ガリウムの場合、{1-100}面となす角が63.8°である面を、1番目から3番目の指数の順序を変えて{10-10}面の総称とする。

【0097】特に、 $\{0001\}$ 面から $[1-100]$ 方向と等価な方向に向かって 28.1° 傾斜する面を正面とすると、2次劈開面は正面に対して垂直な $\{1-100\}$ 面となり、2次劈開が容易になるので好ましい。

【0098】尚、傾斜角 θ が 45° 未満で且つ 28.1° 以上であるときには、2次劈開面として $\{11-20\}$ 面と $\{1-100\}$ 面との2つの面を選択可能であるが、スクライブカッターの刃に加える力の方向を制御するか又はけがき線を劈開方向に沿って設けておく等の方法をとることにより、得られる2次劈開面を制御することが可能である。

【0099】尚、第2の実施形態においては、傾斜角 θ が 90° 又は 28.1° のときには、2次劈開面が正面と垂直になるため、ストライプ領域の方向を $[1-101]$ 方向と異ならせることができる。以下、これらの場合について、図7を参照しながら説明する。

【0100】図5における傾斜角 θ が 90° のときには、図7の上段に示すように、ストライプ領域の方向を $\{0001\}$ 方向に設定して、1次劈開面を $\{0001\}$ 面と共に2次劈開面を $\{1-101\}$ 面とすることはできる。

【0101】図5における傾斜角 θ が 28.1° のときには、図7の中段に示すように、ストライプ領域の方向を $[11-20]$ 方向に設定して、1次劈開面を $\{11-20\}$ 面と共に2次劈開面を $\{1-101\}$ 面とすることはできる。

【0102】図6における傾斜角 θ が 28.1° のときには、図7の下段に示すように、ストライプ領域の方向を $[10-10]$ 方向に設定して、1次劈開面を $\{10-10\}$ 面と共に2次劈開面を $\{1-101\}$ 面とすることはできる。

【0103】第2の実施形態に係る半導体レーザ装置によると、正面は、いずれも $\{0001\}$ 面から 13° 以上の傾斜角を有することになるので、活性層においては組成分離は生じない。

【0104】(第3の実施形態)以下、第3の実施形態に係る窒化物半導体レーザ装置及びその製造方法について、図8、図9、図10及び図11を参照しながら説明する。

【0105】第3の実施形態に係る窒化物半導体レーザ装置は、正面が $\{1-100\}$ 面に垂直で且つ $\{0001\}$ 面からの傾斜角 θ が 13° 以上である面に設定された半導体レーザ装置である。正面が $\{1-100\}$ 面に垂直で且つ $\{0001\}$ 面からの傾斜角 θ が 13° 以上である面の例としては $\{11-20\}$ 面が挙げられる。

【0106】以下、このような正面を有する窒化物半導体レーザ装置の製造方法について説明する。

【0107】MOCVD法により、正面を $\{1-100\}$ 面に垂直な面とするn型の窒化ガリウム基板10の上に、n型AlGaN層よりなる第1のクラッド層1

1、n型GaN層よりなる第1の光ガイド層12、アンドープInGaN層よりなり量子井戸構造を有する活性層13、p型GaN層よりなる第2の光ガイド層14、p型AlGaN層よりなる第2のクラッド層15及びn型AlGaN層よりなる電流ブロック層16を順次成長する。

【0108】次に、電流ブロック層16に対してエッチングを行なって、電流ブロック層16に、 $[1-100]$ 方向に延びるストライプ状の電流狭窄領域(以下、ストライプ領域と称する)を形成する。

【0109】次に、MOCVD法により、ストライプ領域が形成されている電流ブロック層16の上に、p型AlGaN層よりなる第3のクラッド層17及びp型GaN層よりなるコンタクト層18を順次成長する。

【0110】次に、窒化ガリウム基板10の下面に負電極21を形成すると共に、コンタクト層18の上面に正電極21を形成すると、ウェハープロセスは完了する。

【0111】次に、ウェハーに対して $\{1-100\}$ 面を1次劈開面とする1次劈開を行なって、レーザ装置の光共振器面を得る。

【0112】この場合、基板の正面を $\{1-100\}$ 面に垂直な面に設定しているため、スクライブカッターの刃を正面に対して垂直に位置させた状態で、 $\{1-100\}$ 面に沿う方向に力を加えることにより、ウェハーの全面に亘って $\{1-100\}$ 面で1次劈開でき、これによって、レーザ装置が並んだバー状の積層体を得ることができる。

【0113】次に、1次劈開が行なわれたバー状の積層体に対して2次劈開を行なうと、第3の実施形態に係る半導体装置が得られる。

【0114】図9～図11は、第3の実施形態に係る半導体レーザ装置における、 $\{0001\}$ 面からの傾斜角と1次劈開面と2次劈開面との関係を示している。

【0115】図9から分かるように、傾斜角 θ が 45° 以上で且つ 90° 以下のときには、 $\{0001\}$ 面を2次劈開面とする2次劈開が可能である。

【0116】特に、傾斜角 θ が 90° のときには、正面が $\{11-20\}$ 面となるため、2次劈開面が光共振器面及び基板正面と同じ面になり、レーザ装置は直方体状になるので好ましい。

【0117】また、このような正面を有する基板を用いると、 $\{0001\}$ 方向のストライプ領域を有するレーザ装置を製造することができる。

【0118】傾斜角 θ が 45° 未満のときには、 $\{11-20\}$ 面を2次劈開面とすることが可能である。

【0119】傾斜角 θ が 13° 未満のときには、2次劈開面は $\{11-20\}$ 面であるが、活性層において組成分離が発生するので、好ましくない。

【0120】半導体レーザの正面を、 $\{0001\}$ 面から 13° 以上の傾斜角を有する面に設定すると、活性層

においては組成分離は発生しない。

【0121】図10は、傾斜角 θ が45°未満であるときに、図9に示した2次劈開面と異なる2次劈開面で2次劈開を行なった場合を示している。図10から分かるように、傾斜角 θ が45°未満であるときには、2次劈開面を〔10-11〕面とすることが可能である。

【0122】窒化ガリウムの場合、〔10-11〕面を、〔1-100〕面に対して63.8°の角度をなす面の総称とする。

【0123】〔10-11〕面は、〔1-100〕面と63.8°の角度をなしているので、主面の形状は平行四辺形となるが、ストライプ領域は光共振器面と垂直であるから、レーザ発振に支障はない。

【0124】傾斜角 θ が13°未満のときには、活性層において組成分離が発生して、レーザの閾値の増加を招くので好ましくない。

【0125】尚、傾斜角 θ が45°未満で且つ28.1°以上であるときには、2次劈開面として〔11-20〕面と〔1-100〕面との2つの面を選択可能であるが、スクライプカッターの刃に加える力の方向を制御するか又はけがき線を劈開方向に沿って設けておく等の方法をとることにより、得られる2次劈開面を制御することが可能である。

【0126】尚、第3の実施形態においては、傾斜角が90°又は28.1°のときには、2次劈開面が主面と垂直になるため、ストライプ領域の方向を〔1-100〕方向と異ならせることができる。以下、これらの場合について、図11を参照しながら説明する。

【0127】図9における傾斜角 θ が90°のときには、図11の上段に示すように、ストライプ領域の方向を〔0001〕方向に設定して、1次劈開面を〔0001〕面にすると共に2次劈開面を〔1-100〕面とすることができる。

【0128】図10における傾斜角 θ が28.1°のときには、図11の下段に示すように、ストライプ領域の方向を〔10-11〕方向に設定して、1次劈開面を〔10-11〕面にすると共に2次劈開面を〔1-100〕面にすることができる。

【0129】第3の実施形態に係る半導体レーザ装置によると、主面は、いずれも〔0001〕面から13°以上の傾斜角を有しているので、活性層においては組成分離は生じない。

【0130】尚、第1～第3の実施形態においては、窒化ガリウムよりなる基板を用いたが、これに代えて、窒化アルミニウムガリウムインジウムよりなる基板を用いても、同様の効果が得られる。

【0131】もっとも、窒化アルミニウムガリウムインジウムよりなる基板を用いる場合又は基板に歪みが存在する場合には、格子定数のずれによって傾斜角 θ が所定の角度よりも若干前後に変化することはいうまでもな

い。

【0132】また、第1～第3の実施形態においては、半導体レーザ装置について説明したが、本発明に係る窒化物半導体装置は、トランジスタ等のように他の機能領域を有する装置にも適用できる。この場合でも、劈開によるチップの分離が容易であると共に、組成分離が抑制されて動作電流を低減できるという効果が得られるることはいうまでもない。

【0133】

10 【発明の効果】本発明に係る第1～第3の窒化物半導体装置によると、機能領域において組成分離が生じないので、窒化物半導体装置の歩留まりが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る半導体レーザ装置の斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

20 【図3】本発明の第1の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。示している。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る半導体レーザ装置の斜視図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

30 【図7】本発明の第2の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

【図8】本発明の第3の実施形態に係る半導体レーザ装置の斜視図である。

【図9】本発明の第3の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

40 【図10】本発明の第3の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係る半導体レーザ装置における、傾斜角 θ と1次劈開面と2次劈開面との関係を示す図である。

【図12】(a)、(b)は、半導体レーザ装置に閾値電流以下の電流を注入したときの発光スペクトルを表わす図であり、(a)は第1の実施形態の場合であり、(b)は従来例の場合である。

【図13】半導体レーザ装置における傾斜角 θ とレーザ発振閾値との関係を示す特性図である。

50 【図14】従来の半導体レーザ装置を示す斜視図であ

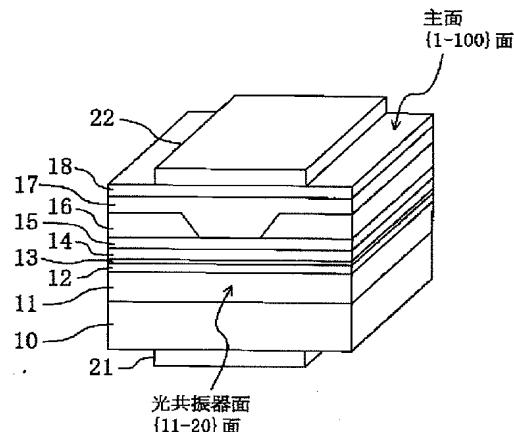
る。

【符号の説明】

- 10 窒化ガリウム基板
- 11 第1のクラッド層
- 12 第1の光ガイド層
- 13 活性層
- 14 第2の光ガイド層
- 15 第2のクラッド層
- 16 電流ブロック
- 17 第3のクラッド層
- 18 コンタクト層
- 21 負電極
- 22 正電極

*

【図1】



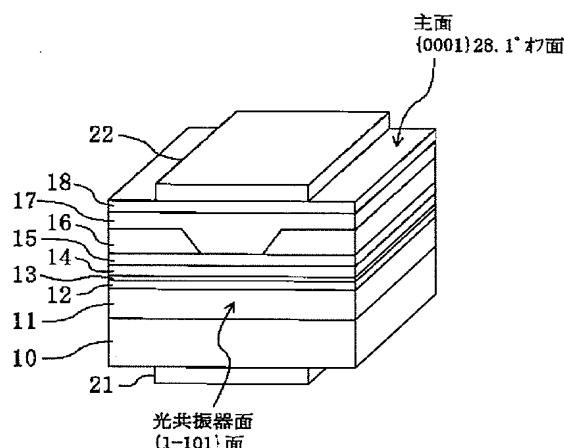
【図2】

傾斜角 θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{0001}面 (11-20)面 ストライプ領域
$45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{0001}面 (11-20)面 ストライプ領域
$28.1^\circ \leq \theta < 45^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{1-101}面 (11-20)面 ストライプ領域
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (11-20)面	{1-101}面 (11-20)面 ストライプ領域
$13^\circ \leq \theta < 28.1^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{1-101}面 (11-20)面 ストライプ領域
$0^\circ < \theta < 13^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{1-100}面 (11-20)面 ストライプ領域
$\theta = 0^\circ$	{0001}面 (11-20)面	{1-100}面 (11-20)面 ストライプ領域

【図3】

傾斜角 θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	(1-100)面 (11-20)面	{0001}面 (11-20)面 ストライプ領域
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (11-20)面	{1-101}面 (11-20)面 ストライプ領域

【図4】



【図5】

{0001}面からの傾斜角θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	[11-20]面 (0001)面 (1-101)面	{0001}面 61.9° (1-101)面 ストライプ領域
$45^\circ \leq \theta < 90^\circ$	[11-20]面 (0001)面 (1-101)面	{0001}面 ストライプ領域 (1-101)面
$28.1^\circ < \theta < 45^\circ$	[11-20]面 (1-101)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-101)面
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (1-101)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-101)面

【図7】

{0001}面からの傾斜角θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	[11-20]面 (0001)面 (1-101)面	{0001}面 61.9° (1-101)面 ストライプ領域
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (1-101)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-101)面
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (1-101)面	{10-10}面 ストライプ領域 (1-101)面

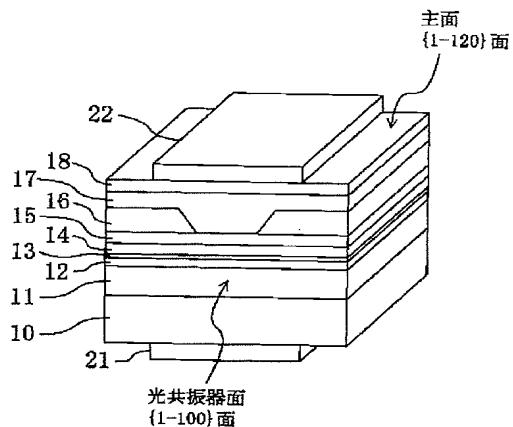
【図11】

傾斜角θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	[11-20]面 (0001)面 (1-100)面	{0001}面 ストライプ領域 (1-100)面
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (1-100)面	{10-11}面 ストライプ領域 (1-100)面

【図6】

{0001}面からの傾斜角θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$28.1^\circ < \theta < 45^\circ$	[10-10]面 (1-101)面	{10-10}面 ストライプ領域 (1-101)面
$\theta = 28.1^\circ$	{0001}28.1オフ面 (1-101)面	{10-10}面 63.8° ストライプ領域 (1-101)面

【図8】



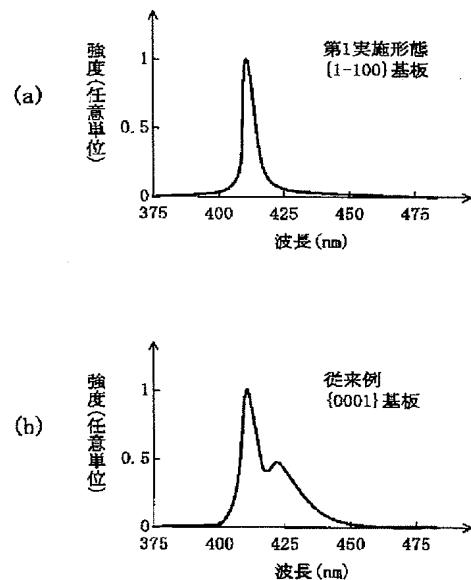
【図9】

傾斜角θ	デバイスの斜視図	デバイスの平面図
$\theta = 90^\circ$	[11-20]面 (0001)面 (1-100)面	{0001}面 ストライプ領域 (1-100)面
$45^\circ \leq \theta < 90^\circ$	{0001}面 (1-100)面	{0001}面 ストライプ領域 (1-100)面
$13^\circ \leq \theta < 45^\circ$	[11-20]面 (1-100)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-100)面
$0^\circ < \theta < 13^\circ$	[11-20]面 (1-100)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-100)面
$\theta = 0^\circ$	{0001}面 (1-100)面	{11-20}面 ストライプ領域 (1-100)面

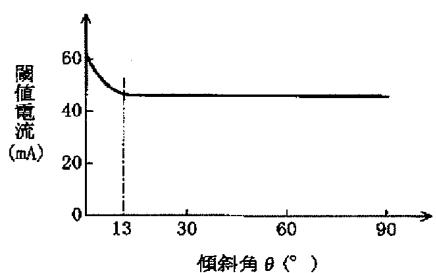
【図10】

(0001)面からの傾斜角 θ	テ'ベ'イズの斜視図	テ'ベ'イズの平面図
$28.1^\circ < \theta < 45^\circ$		
$\theta = 28.1^\circ$		
$0^\circ < \theta < 28.1^\circ$		
$\theta = 0^\circ$		

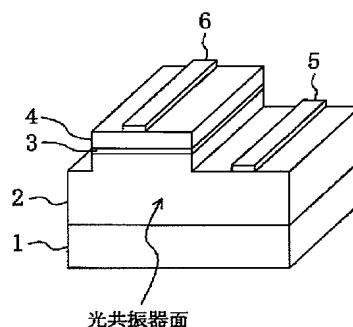
【図12】



【図13】



【図14】



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A nitride semiconductor device which is provided with a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and said substrate, and is characterized by the principal surfaces of said substrate being not less than 13 degrees and a field sloping 90 degrees or less from {0001} sides.

[Claim 2]The nitride semiconductor device according to claim 1, wherein the principal surface of said substrate is vertical to {11-20} side.

[Claim 3]The nitride semiconductor device according to claim 1, wherein said functional area is an active layer which emits light and {11-20} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 4]The nitride semiconductor device according to claim 1, wherein the principal surface of said substrate is {1-100} side.

[Claim 5]The nitride semiconductor device according to claim 4, wherein said functional area is an active layer which emits light and {0001} sides of said substrate are optical resonator sides.

[Claim 6]The nitride semiconductor device according to claim 1, wherein the principal surface of said substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward a direction equivalent to the [1-100] direction.

[Claim 7]The nitride semiconductor device according to claim 5, wherein said functional area is an active layer which emits light and {1-101} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 8]A nitride semiconductor device which is provided with a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and said substrate, and is characterized by the principal surface of said substrate being a field vertical to {1-101} side.

[Claim 9]The nitride semiconductor device according to claim 8, wherein said functional area is an active layer which emits light and {1-101} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 10]The nitride semiconductor device according to claim 8, wherein the principal surface of said substrate is {11-20} side.

[Claim 11]The nitride semiconductor device according to claim 10, wherein said functional area is an active layer which emits light and {1-101} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 12]The nitride semiconductor device according to claim 8, wherein the principal surface of said substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction.

[Claim 13]The nitride semiconductor device according to claim 12, wherein said functional area is an active layer which emits light and {11-20} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 14]The nitride semiconductor device according to claim 12, wherein said functional area is an active layer which emits light and {10-10} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 15]A nitride semiconductor device which is provided with a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and said substrate, and is characterized by the principal surfaces of said substrate being not less than 13 degrees and a field sloping 90 degrees or less from {0001} sides.

[Claim 16]The nitride semiconductor device according to claim 15, wherein said functional area is an active layer which emits light and {1-100} side of said substrate is an optical resonator side.

[Claim 17]The nitride semiconductor device according to claim 15, wherein the principal surface of said substrate is {11-20} side.

[Claim 18]The nitride semiconductor device according to claim 17, wherein said functional area is an active layer which emits light and {0001} sides of said substrate are optical resonator sides.

[Claim 19]The nitride semiconductor device according to claim 15, wherein the principal surface of said substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction.

[Claim 20]The nitride semiconductor device according to claim 19, wherein said functional area is an active layer which emits light and {10-11} side of said substrate is an optical resonator side.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to nitride semiconductor devices, such as blue laser used for high-density optical recording.

[0002]Drawing 14 shows the nitride semiconductor laser apparatus currently indicated by JP,8-153931,A. In this semiconductor laser device, on the silicon on sapphire 1 which makes a field (0001) the principal surface, (0001) After the 1st cladding layer 2, active layer 4, and 2nd cladding layer 6 that consist of a nitride system semiconductor layer which makes a field the principal surface form the layered product which grows one by one, the optical resonator side has been acquired by cutting this layered product in respect of being equivalent to the field (1-100) of the silicon on sapphire 1.

-1 means reversal of 1 and -2 as used in this Description means reversal of 2.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, since the conventional nitride semiconductor laser apparatus makes the principal surface the field (0001) of the silicon on sapphire 1 which consists of a hexagonal system crystal and there are few atomic steps of a substrate face, there is a problem of being easy to produce presentation separation in the active layer 4. Since the threshold current of laser will increase and power consumption will increase if presentation separation arises in the active layer 4, it is necessary to reduce the presentation separation in the active layer 4 as much as possible.

[0004]Such a problem is not restricted to the nitrides semiconductor laser which has an active layer, but is produced also in the nitride semiconductor device which has other functional areas like a transistor.

[0005]In view of the above, an object of this invention is to raise the yield of a nitride semiconductor device by reducing the presentation separation in functional areas, such as an active layer.

[0006]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the aforementioned purpose, the 1st nitride semiconductor device concerning this invention, Having a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and a substrate, the principal surfaces of a substrate are not less than 13 degrees and a field sloping 90 degrees or less from {0001} sides.

[0007]Since according to the 1st nitride semiconductor device the principal surface of a substrate is a not less than 13-degree sloping field and presentation separation does not produce it from {0001} sides in a functional area, a yield of a nitride semiconductor device improves.

[0008]As for the principal surface of a substrate, in the 1st nitride semiconductor device, it is preferred that it is vertical to {11-20} side.

[0009]If it does in this way, by making an edge of a scribe cutter vertical to the principal surface, and applying power in the direction along {11-20} side, the whole substrate can be covered and primary cleavage can be performed along {11-20} side.

[0010]In the 1st nitride semiconductor device, a functional area is an active layer which emits light, and, as for {11-20} side of a substrate, it is preferred that it is an optical resonator side.

[0011]If it does in this way, a semiconductor laser device which makes {11-20} side vertical to the principal surface of a substrate an optical resonator side is realizable.

[0012]As for the principal surface of a substrate, in the 1st nitride semiconductor device, it is preferred that it is {1-100} side.

[0013]If it does in this way, since secondary cleavage can be performed along {0001} sides vertical to the principal surface of a substrate, secondary cleavage will become easy, and a device of rectangular parallelepiped shape can be formed.

[0014]As for {0001} sides of a substrate, when the principal surface of a substrate is {1-100} side, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0015]If it does in this way, a semiconductor laser device of rectangular parallelepiped shape which makes a secondary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0016]As for the principal surface of a substrate, in the 1st nitride semiconductor device, it is preferred that it is the field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward a direction equivalent to the [1-100] direction.

[0017]If it does in this way, since secondary cleavage can be performed along {1-101} side vertical to the principal surface of a substrate, secondary cleavage will become easy, and a device of rectangular parallelepiped shape can be formed.

[0018]As for {1-101} side of a substrate, when the principal surface of a substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward a direction equivalent to the [1-100] direction, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0019]If it does in this way, a semiconductor laser device of rectangular parallelepiped shape which makes a secondary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0020]The 2nd nitride semiconductor device concerning this invention is provided with a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and a substrate, and the principal surface of a substrate is a field vertical to {1-101} side.

[0021]According to the 2nd nitride semiconductor device, since it will have an angle of inclination of not less than 13 degrees from {0001} sides and presentation separation does not arise in a functional area, yield of the principal surface of a substrate of a nitride semiconductor device improves.

[0022]In the 2nd nitride semiconductor device, a functional area is an active layer which emits light, and, as for {1-101} side of a substrate, it is preferred that it is an optical resonator side.

[0023]If it does in this way, a semiconductor laser device which makes a primary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0024]As for the principal surface of a substrate, in the 2nd nitride semiconductor device, it is preferred that it is {11-20} side.

[0025]If it does in this way, since secondary cleavage can be performed along {0001} sides vertical to the principal surface of a substrate, secondary cleavage becomes easy.

[0026]As for {1-101} side of a substrate, when the principal surface of a substrate is {11-20} side, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0027]If it does in this way, a semiconductor laser device of rectangular parallelepiped shape which makes a primary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0028]As for the principal surface of a substrate, in the 2nd nitride semiconductor device, it is preferred that it is the field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction.

[0029]If it does in this way, since secondary cleavage can be performed along {11-20} side vertical to the principal surface of a substrate, secondary cleavage will become easy, and a device of rectangular parallelepiped shape can be formed.

[0030]As for {11-20} side of a substrate, when the principal surface of a substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0031]If it does in this way, a semiconductor laser device of rectangular parallelepiped shape which makes a secondary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0032]As for {10-10} side of a substrate, when the principal surface of a substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0033]If it does in this way, a semiconductor laser device which makes a secondary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0034]The 3rd nitride semiconductor device concerning this invention is provided with a functional area which consists of a group-III-V-semiconductor layer containing nitrogen formed on the principal surface of a substrate which consists of a group III-V semiconductor containing nitrogen, and a substrate, and the principal surfaces of a substrate are not less than 13 degrees and a field sloping 90 degrees or less from {0001} sides.

[0035]Since according to the 3rd nitride semiconductor device the principal surface of a substrate is a not less than 13-degree sloping field and presentation separation does not produce it from {0001} sides in a functional area, a yield of a nitride semiconductor device improves.

[0036]In the 3rd nitride semiconductor device, a functional area is an active layer which emits light, and, as for {1-100} side of a substrate, it is preferred that it is an optical resonator side.

[0037]If it does in this way, a semiconductor laser device which makes a primary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0038]As for the principal surface of a substrate, in the 3rd nitride semiconductor device, it is preferred that it is {11-20} side.

[0039]If it does in this way, by making an edge of a scribe cutter vertical to the principal surface, and applying power in the direction along {11-20} side, the whole substrate can be covered and primary cleavage can be performed along {11-20} side.

[0040]As for {0001} sides of a substrate, when the principal surface of a substrate is {11-20} side, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it is an optical resonator side.

[0041]If it does in this way, a semiconductor laser device of rectangular parallelepiped shape which makes a secondary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0042]As for the principal surface of a substrate, in the 3rd nitride semiconductor device, it is preferred that it is the field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction.

[0043]If it does in this way, since secondary cleavage can be performed along {1-100} side vertical to the principal surface of a substrate, secondary cleavage becomes easy.

[0044]As for {10-11} side of a substrate, when the principal surface of a substrate is a field sloping [28.1 degrees] from {0001} sides toward the [1-100] direction, a functional area is an active layer which emits light, and it is preferred that it

is an optical resonator side.

[0045]If it does in this way, a semiconductor laser device which makes a primary cleavage plane an optical resonator side is realizable.

[0046]

[Embodyment of the Invention]Hereafter, the nitride semiconductor device concerning each embodiment of this invention is explained using Drawings. The general term of one of fields equivalent to a field (11-20) and (11-20) a field is meant, and the [11-20] direction as used in the following explanation means the general term of the direction equivalent to the <11-20> direction and the <11-20> direction of either, for example as {11-20}.

[0047](A 1st embodiment) A nitride semiconductor laser apparatus concerning a 1st embodiment and a manufacturing method for the same are explained hereafter, referring to drawing 1, drawing 2, and drawing 3.

[0048]As shown in drawing 1, substrate temperature is set as 1000 ** within the chamber of an organic metal vapor growth apparatus (an MOCVD system is called hereafter). The 1st light guide layer 12 that consists of the 1st cladding layer 11 and n type GaN layer that come from a n type AlGaN layer on the n type gallium nitride substrate 10 which makes the principal surface the field (it turned off) where only the angle predetermined [{0001} sides to] vertical to {11-20} side and inclined is grown up, respectively.

[0049]Next, the active layer 13 which consists of a undoped InGaN layer and has quantum well structure on the 1st light guide layer 12 where substrate temperature is lowered to 800 ** is grown up.

[0050]Next, substrate temperature is again set as 1000 **, and the current block layer 16 which consists of the 2nd light guide layer 14 that comes from a p type GaN layer on the active layer 13, the 2nd cladding layer 15 that consists of p type AlGaN layers, and a n type AlGaN layer is grown up one by one.

[0051]Next, a sample is transported to a reactive-ion-etching device (an RIE system is called hereafter) from an MOCVD system, It etches to the current block layer 16, and the current constriction region (a stripe region is called hereafter) of stripe shape with a width of 2 micrometers prolonged in the [11-20] direction is formed.

[0052]Next, a sample is again carried in to an MOCVD system, substrate temperature is set as 1000 **, and the contact layer 18 which consists of the 3rd cladding layer 17 and p type GaN layer that come from a p type AlGaN layer on the current block layer 16 in which the stripe region is formed is grown up one by one. The growing process of a semiconductor layer is completed by this. The direction of the principal surface of each semiconductor layer in this growing process is the same as that of the principal surface of the gallium nitride substrate 10.

[0053]Next, a wafer process will be completed, if the negative electrode 21 which consists of n type Ti/Au membrane is formed in the undersurface of the gallium nitride substrate 10 and the positive electrode 21 which becomes the upper surface of the contact layer 18 from p type nickel/Au membrane is formed.

[0054]Next, primary cleavage which makes {11-20} side a primary cleavage plane to the wafer form gallium nitride substrate 10 is performed, and the optical resonator side which consists of {11-20} side vertical to the principal surface of a substrate is acquired.

[0055]In this case, since the principal surface of a substrate is set as a field vertical to {11-20} side, where the edge of a scribe cutter is vertically located to the principal surface, By applying power in the direction along {11-20} side, it continues all over a wafer, primary cleavage can be carried out along {11-20} side, and the layered product of the bar shape with which the laser device was located in a line by this can be obtained.

[0056]Next, if secondary cleavage is performed to the layered product of bar shape to which primary cleavage was performed, the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment will be obtained.

[0057]Drawing 2 and drawing 3 show the relation between the angle of inclination (an angle of inclination is only called hereafter) theta from {0001} sides and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment, and a secondary cleavage plane.

[0058]The angle of inclination theta is 90 degrees or less, and a secondary cleavage plane turns into {0001} sides at the time of not less than 45 degrees so that drawing 2 may show. When shown in drawing 2, the direction of a stripe region is the [11-20] direction.

[0059]Since a secondary cleavage plane also turns into {0001} sides vertical to the principal surface especially when the angle of inclination theta is 90 degrees (i.e., when the principal surface is {1-100} side), secondary cleavage also becomes very easy and the device of rectangular parallelepiped shape can be obtained.

[0060]The angle of inclination theta is not less than 13 degrees, and a secondary cleavage plane is {1-101} side at the time below 45 degrees.

[0061]Since a secondary cleavage plane also turns into the principal surface and vertical {1-101} side especially when the angle of inclination theta is 28.1 degrees, secondary cleavage becomes very easy and the device of rectangular parallelepiped shape can be obtained.

[0062]In a 1st embodiment, since a secondary cleavage plane becomes vertical to the principal surface when the angle of inclination theta is 90 degrees or 28.1 degrees, the direction of a stripe region can be changed with the [11-20] direction. Hereafter, these cases are explained, referring to drawing 3.

[0063]When the angle of inclination theta is 90 degrees, as shown in the upper row of drawing 3, set up the direction of a stripe region in the [0001] directions, and a primary cleavage plane is made into {0001} sides, and a secondary cleavage plane can be made into {11-20} side.

[0064]When the angle of inclination theta is 28.1 degrees, as shown in the lower berth of drawing 3, set up the direction of a stripe region in the [1-101] direction, and a primary cleavage plane is made into {1-101} side, and a secondary cleavage plane can be made into {11-20} side.

[0065]As shown in drawing 2, the angle of inclination theta is less than 13 degrees, and a secondary cleavage plane is {1-100} side at the time of 0 degrees or more.

[0066]By the way, since a secondary cleavage plane does not become vertical to the principal surface when an angle of inclination is except 90 degrees, 28.1 degrees, and 0 degree, secondary cleavage becomes difficult a little, but. A laser device will carry out secondary cleavage of the layered product located in a line with bar shape to a short side direction, and since the length of secondary cleavage is very short, the secondary cleavage of an oblique direction is possible.

[0067]Hereafter, in a 1st embodiment, the angle of inclination theta explains a Reason with preferred it being not less than 13 degrees.

[0068]Drawing 12 (a) and (b) expresses with the semiconductor laser device, an emission spectrum, i.e., a spontaneous-emission spectrum, when the current below threshold current is poured in, and drawing 12 (a), When the angle of inclination theta is set as 90 degrees, in a 1st embodiment, the case of the semiconductor laser device which it was got blocked, and the semiconductor layer was grown up into the {1-100} side, and was obtained is shown, and drawing 12 (b), When it is equivalent to the semiconductor laser device of a conventional example and the angle of inclination theta is set up at 0 degree, the case of the semiconductor laser device which it was got blocked, and the semiconductor layer was grown up on {0001} sides, and was obtained is shown. Actually, although the strength of luminescence in a cycle of several nanometers appears in an emission spectrum corresponding to resonator mode, by this measurement, in order to raise sensitivity, spectrometer resolution is lowered, and the envelope of the emission spectrum is observed.

[0069]When the angle of inclination theta is 90 degrees as are shown in drawing 12 (b), and it is shown in drawing 12 (a) to two intensity peaks being observed, when the angle of inclination theta is 0 degree, only one intensity peak is not observed.

[0070]Since presentation separation takes place on {0001} sides when the angle of inclination theta is 0 degree (i.e., since two presentations exist), the intensity peak whose number is two is observed. The field which has a different band gap from an oscillation wavelength does not contribute to laser oscillation. For this reason, the substantial volume of the active layer which contributes to an oscillation is reduced.

[0071]Presentation separation was observed not only when the angle of inclination theta is 0 degree, but when the angle of inclination theta was less than 13 degrees.

[0072]On the other hand, when the angle of inclination theta was not less than 13 degrees, most presentation separation was not observed.

[0073]When the angle of inclination theta exceeds 90 degrees with the symmetry of a crystal, the same result as the case where the angle of inclination theta is less than 90 degrees is obtained.

[0074]Drawing 13 shows the relation between the angle of inclination theta and the laser oscillation threshold of the current light density characteristics, and if the angle of inclination theta will be less than 13 degrees so that drawing 13 may show, threshold current will become large rapidly.

[0075]Therefore, presentation separation takes place that the angle of inclination theta is less than 13 degrees, and it can check that threshold current increases by this.

[0076]Since all have [according to the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment] an angle of inclination of not less than 13 degrees from {0001} sides in the principal surface, presentation separation is not produced in an active layer.

[0077](A 2nd embodiment) A nitride semiconductor laser apparatus concerning a 2nd embodiment and a manufacturing method for the same are explained hereafter, referring to drawing 4, drawing 5, drawing 6, and drawing 7.

[0078]The nitride semiconductor laser apparatus concerning a 2nd embodiment is a semiconductor laser device set as the field where the principal surface is vertical to {1-101} side. As an example of a field vertical to {1-101} side, the field sloping 28.1 degrees is mentioned in the [1-100] direction from {0001} sides.

[0079]Hereafter, the manufacturing method of the nitride semiconductor laser apparatus which has such the principal surface is explained.

[0080]By the MOCVD method, the principal surface on the n type gallium nitride substrate 10 made into a field vertical to {1-101} side, The 1st cladding layer 11 that consists of n type AlGaN layers, the 1st light guide layer 12 that consists of n type GaN layers, the active layer 13 which consists of a undoped InGaN layer and has quantum well structure, the 2nd light guide layer 14 that consists of p type GaN layers, the 2nd cladding layer 15 that consists of p type AlGaN layers. And the current block layer 16 which consists of n type AlGaN layers is grown up one by one.

[0081]Next, it etches to the current block layer 16, and the current constriction region (a stripe region is called hereafter) of the stripe shape prolonged in the [1-101] direction at the current block layer 16 is formed.

[0082]Next, the contact layer 18 which consists of the 3rd cladding layer 17 and p type GaN layer that come from a p type AlGaN layer by the MOCVD method on the current block layer 16 in which the stripe region is formed is grown up one by one.

[0083]Next, a wafer process will be completed, if the negative electrode 21 is formed in the undersurface of the gallium nitride substrate 10 and the positive electrode 21 is formed in the upper surface of the contact layer 18.

[0084]Next, primary cleavage which makes {1-101} side a primary cleavage plane to a wafer is performed, and the optical resonator side of a laser device is acquired.

[0085]In this case, since the principal surface of a substrate is set as a field vertical to {1-101} side, where the edge of a scribe cutter is vertically located to the principal surface, By applying power in the direction along {1-101} side, it continues all over a wafer, primary cleavage can be carried out in respect of {1-101}, and the layered product of the bar shape with which the laser device was located in a line by this can be obtained.

[0086]Next, if secondary cleavage is performed to the layered product of bar shape to which primary cleavage was performed, the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment will be obtained.

[0087]Drawing 5 – drawing 7 show the relation between the angle of inclination theta from {0001} sides and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment, and a secondary cleavage plane.

[0088]In a 2nd embodiment, the principal surface is set as a field vertical to {1-101} side. Since 61.9 degrees of {1-101} sides incline to {0001} sides in the case of gallium nitride, the principal surface which is less than 28.1 degrees cannot have the angle of inclination theta from {0001} sides.

[0089]When the angle of inclination theta is not less than 45 degrees so that drawing 5 may show, the secondary cleavage which makes {0001} sides a secondary cleavage plane is possible.

[0090]Since the principal surface turns into {11-20} side and a secondary cleavage plane turns into {0001} sides vertical to the principal surface especially when the angle of inclination theta is 90 degrees, secondary cleavage becomes easy and is preferred. In this case, since 61.9 degrees of {0001} sides incline to {1-101} side, the plane shape of the principal surface serves as a parallelogram, but if an optical resonator side is vertically set up to a stripe region, since laser oscillation is possible, trouble will not be produced in laser operation.

[0091]Although the angle of inclination theta is not less than 45 degrees and the shape of an optical resonator side also serves as a parallelogram at the time below 90 degrees, since the primary cleavage plane of a couple is mutually parallel, manufacture of a laser device is possible.

[0092]The secondary cleavage which the angle of inclination theta is less than 45 degrees, and makes {11-20} side a secondary cleavage plane at the time of not less than 28.1 degrees is possible.

[0093]When the field which inclined 28.1 degrees toward the direction equivalent to the [1-100] direction especially from {0001} sides is made into the principal surface of a substrate, a secondary cleavage plane turns into vertical {11-20} side to both the principal surface and an optical resonator side, and since a laser device becomes rectangular parallelepiped shape, it is preferred.

[0094]The angle of inclination theta is possible also for also making a secondary cleavage plane into {0001} sides in about 45 degrees, and considering it as {11-20} side. A secondary cleavage plane is controllable by specifically controlling the direction which applies power to the edge of a scribe cutter.

[0095]Drawing 6 shows the case where secondary cleavage is performed in a secondary cleavage plane which the angle of inclination theta is less than 45 degrees, and is different from the secondary cleavage plane shown in drawing 5 when it is not less than 28.1 degrees. As drawing 6 shows, when the angle of inclination theta is less than 45 degrees and it is not less than 28.1 degrees, it is possible to make a secondary cleavage plane into {10-10} side.

[0096]The angle of the field which is a specific field in the case of gallium nitride (1-101), and a field (10-10) to make is 63.8, and the angle of the field which is a specific field (1-101), and a field (-1010), a field (01-10) and (0-110) a field to make is also 63.8 degrees. However, each of the angles (1-101) which the fields which exist in the same direction as a field (-1101) in C side make, for example (1-101), angles of a field and a field (1-100) to make, and angles of a field and a field (-1100) to make is 28.1 degrees. Suppose that the equivalent field of other directions of [within C side] is pointed out by changing an order of the 1st to the 3rd index in the following explanation by changing and writing {10-10} side and an index, for example to {1-100} side. In the case of gallium nitride, an order of the 1st to the 3rd index is changed, and {1-100} side and the field whose angle to make is 63.8 degrees are considered as the general term of {10-10} side.

[0097]When the field which inclines 28.1 degrees toward a direction equivalent to the [1-100] direction especially from {0001} sides is made into the principal surface, since it becomes vertical {1-100} side to the principal surface and secondary cleavage becomes easy, a secondary cleavage plane is preferred.

[0098]The angle of inclination theta is less than 45 degrees, and when it is not less than 28.1 degrees, it is selectable as a secondary cleavage plane in two fields of {11-20} side and {1-100} side, but. By controlling the direction of the power applied to the edge of a scribe cutter, or taking the method of forming a marking-off line along a cleavage direction, it is possible to control the secondary cleavage plane acquired.

[0099]In a 2nd embodiment, since a secondary cleavage plane becomes vertical to the principal surface when the angle of inclination theta is 90 degrees or 28.1 degrees, the direction of a stripe region can be changed with the [1-101] direction. Hereafter, these cases are explained, referring to drawing 7.

[0100]When the angle of inclination theta in drawing 5 is 90 degrees, as shown in the upper row of drawing 7, set up the direction of a stripe region in the [0001] directions, and a primary cleavage plane is made into {0001} sides, and a secondary cleavage plane can be made into {1-101} side.

[0101]When the angle of inclination theta in drawing 5 is 28.1 degrees, as shown in the middle of drawing 7, set up the direction of a stripe region in the [11-20] direction, and a primary cleavage plane is made into {11-20} side, and a secondary cleavage plane can be made into {1-101} side.

[0102]When the angle of inclination theta in drawing 6 is 28.1 degrees, as shown in the lower berth of drawing 7, set up the direction of a stripe region in the [10-10] direction, and a primary cleavage plane is made into {10-10} side, and a secondary cleavage plane can be made into {1-101} side.

[0103]Since all will have [according to the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment] an angle of inclination of not less than 13 degrees from {0001} sides in the principal surface, presentation separation is not produced in an active layer.

[0104](A 3rd embodiment) A nitride semiconductor laser apparatus concerning a 3rd embodiment and a manufacturing method for the same are explained hereafter, referring to drawing 8, drawing 9, drawing 10, and drawing 11.

[0105]The nitride semiconductor laser apparatus concerning a 3rd embodiment has the principal surface vertical to {1-100} side, and is a semiconductor laser device set as the field whose angle of inclination theta from {0001} sides is not less than 13 degrees. The principal surface is vertical to {1-100} side, and {11-20} side is mentioned as an example of the field whose angle of inclination theta from {0001} sides is not less than 13 degrees.

[0106]Hereafter, the manufacturing method of the nitride semiconductor laser apparatus which has such the principal surface is explained.

[0107]By the MOCVD method, the principal surface on the n type gallium nitride substrate 10 made into a field vertical to

[1-100] side, The 1st cladding layer 11 that consists of n type AlGaN layers, the 1st light guide layer 12 that consists of n type GaN layers, the active layer 13 which consists of a undoped InGaN layer and has quantum well structure, the 2nd light guide layer 14 that consists of p type GaN layers, the 2nd cladding layer 15 that consists of p type AlGaN layers. And the current block layer 16 which consists of n type AlGaN layers is grown up one by one.

[0108]Next, it etches to the current block layer 16, and the current constriction region (a stripe region is called hereafter) of the stripe shape prolonged in the [1-100] direction at the current block layer 16 is formed.

[0109]Next, the contact layer 18 which consists of the 3rd cladding layer 17 and p type GaN layer that come from a p type AlGaN layer by the MOCVD method on the current block layer 16 in which the stripe region is formed is grown up one by one.

[0110]Next, a wafer process will be completed, if the negative electrode 21 is formed in the undersurface of the gallium nitride substrate 10 and the positive electrode 21 is formed in the upper surface of the contact layer 18.

[0111]Next, primary cleavage which makes {1-100} side a primary cleavage plane to a wafer is performed, and the optical resonator side of a laser device is acquired.

[0112]In this case, since the principal surface of a substrate is set as a field vertical to {1-100} side, where the edge of a scribe cutter is vertically located to the principal surface, By applying power in the direction along {1-100} side, it continues all over a wafer, primary cleavage can be carried out in respect of {1-100}, and the layered product of the bar shape with which the laser device was located in a line by this can be obtained.

[0113]Next, if secondary cleavage is performed to the layered product of bar shape to which primary cleavage was performed, the semiconductor device concerning a 3rd embodiment will be obtained.

[0114]Drawing 9 – drawing 11 show the relation between the angle of inclination from {0001} sides and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment, and a secondary cleavage plane.

[0115]The secondary cleavage which the angle of inclination theta is not less than 45 degrees, and makes {0001} sides a secondary cleavage plane at the time of 90 degrees or less is possible so that drawing 9 may show.

[0116]Since the principal surface turns into {11-20} side especially when the angle of inclination theta is 90 degrees, a secondary cleavage plane turns into the same field as an optical resonator side and the substrate principal surface, and since a laser device becomes rectangular parallelepiped shape, it is preferred.

[0117]If the substrate which has such the principal surface is used, the laser device which has a stripe region of the [0001] directions can be manufactured.

[0118]When the angle of inclination theta is less than 45 degrees, it is possible to make {11-20} side into a secondary cleavage plane.

[0119]When the angle of inclination theta is less than 13 degrees, although a secondary cleavage plane is {11-20} side, since presentation separation occurs in an active layer, it is not preferred.

[0120]If the principal surface of a semiconductor laser is set as the field which has an angle of inclination of not less than 13 degrees from {0001} sides, presentation separation will not be generated in an active layer.

[0121]Drawing 10 shows the case where secondary cleavage is performed in a different secondary cleavage plane from the secondary cleavage plane shown in drawing 9, when the angle of inclination theta is less than 45 degrees. As drawing 10 shows, when the angle of inclination theta is less than 45 degrees, it is possible to make a secondary cleavage plane into {10-11} side.

[0122]In the case of gallium nitride, {10-11} side is considered as the general term of the field which makes the angle of 63.8 degrees to {1-100} side.

[0123]Since {10-11} side is making the {1-100} side and the angle of 63.8 degrees, the shape of the principal surface serves as a parallelogram, but since the stripe region is vertical to an optical resonator side, it is convenient to laser oscillation.

[0124]When the angle of inclination theta is less than 13 degrees, since presentation separation occurs in an active layer and the increase in the threshold of laser is caused, it is not desirable.

[0125]The angle of inclination theta is less than 45 degrees, and when it is not less than 28.1 degrees, it is selectable as a secondary cleavage plane in two fields of {11-20} side and {1-100} side, but. By controlling the direction of the power applied to the edge of a scribe cutter, or taking the method of forming a marking-off line along a cleavage direction, it is possible to control the secondary cleavage plane acquired.

[0126]In a 3rd embodiment, since a secondary cleavage plane becomes vertical to the principal surface when an angle of inclination is 90 degrees or 28.1 degrees, the direction of a stripe region can be changed with the [1-100] direction.

Hereafter, these cases are explained, referring to drawing 11.

[0127]When the angle of inclination theta in drawing 9 is 90 degrees, as shown in the upper row of drawing 11, set up the direction of a stripe region in the [0001] directions, and a primary cleavage plane is made into {0001} sides, and a secondary cleavage plane can be made into {1-100} side.

[0128]When the angle of inclination theta in drawing 10 is 28.1 degrees, as shown in the lower berth of drawing 11, set up the direction of a stripe region in the [10-11] direction, and a primary cleavage plane is made into {10-11} side, and a secondary cleavage plane can be made into {1-100} side.

[0129]Since all have [according to the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment] an angle of inclination of not less than 13 degrees from {0001} sides in the principal surface, presentation separation is not produced in an active layer.

[0130]In the 1st – a 3rd embodiment, although the substrate which consists of gallium nitride was used, it replaces with this, and even if it uses the substrate which consists of gallium-aluminum-nitride indium, the same effect is acquired.

[0131]But when using the substrate which consists of gallium-aluminum-nitride indium, or when distortion exists in a substrate, it cannot be overemphasized that the angle of inclination theta changes with gaps of a grating constant before

and after some rather than a predetermined angle.

[0132]In the 1st – a 3rd embodiment, although the semiconductor laser device was explained, the nitride semiconductor device concerning this invention is applicable also to the device which has other functional areas like a transistor. Even in this case, separation of the chip by cleavage is easy, and it cannot be overemphasized that the effect that presentation separation is controlled and actuating current can be reduced is acquired.

[0133]

[Effect of the Invention]Since presentation separation does not arise in a functional area according to the 1st concerning this invention – the 3rd nitride semiconductor device, the yield of a nitride semiconductor device improves.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a perspective view of the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 3]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 1st embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane. It is shown.

[Drawing 4]It is a perspective view of the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 5]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 6]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 7]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 2nd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 8]It is a perspective view of the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment of this invention.

[Drawing 9]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 10]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 11]It is a figure showing the relation between the angle of inclination theta and primary cleavage plane in the semiconductor laser device concerning a 3rd embodiment of this invention, and a secondary cleavage plane.

[Drawing 12](a) and (b) are figures which express an emission spectrum when the current below threshold current is poured in with a semiconductor laser device, (a) is a case of a 1st embodiment, and (b) is a case of a conventional example.

[Drawing 13]It is a characteristic figure showing the relation of the angle of inclination theta and laser oscillation threshold in a semiconductor laser device.

[Drawing 14]It is a perspective view showing the conventional semiconductor laser device.

[Description of Notations]

- 10 Gallium nitride substrate
- 11 The 1st cladding layer
- 12 The 1st light guide layer
- 13 Active layer
- 14 The 2nd light guide layer
- 15 The 2nd cladding layer
- 16 Current block
- 17 The 3rd cladding layer
- 18 Contact layer
- 21 Negative electrode
- 22 Positive electrode

[Translation done.]